

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.04.016

基于精密注塑曲面模具在机测量的补偿加工

范伟,冯刚

(浙江工业职业技术学院,浙江绍兴 312000)

摘要:将在机测量技术应用到精密注塑曲面模具加工质量的检测中,通过在机测量系统探测模具曲面加工区域位置数据和曲面数字模型位置数据的差值,依据差值选择补偿加工,避免了常规手段在加工机床和专业测量设备之间反复搬移装夹工件造成的累积误差,提高了模具精度,节约了模具装配调试时间。

关键词:在机测量;触发式;补偿加工;注塑曲面模具

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)04-0077-04

Compensation Processing in Machine Measurement Based on Precise Injection Curved Surface Mould

Fan Wei, Feng Gang

(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China)

Abstract : On machine measurement technology was applied to the detection of curved surface quality of precision injection mould processing, with the on machine measurement system to detect the difference between the mold curved surface processing area location data and curved surface digital model location data, the compensation processing was chose on the basis of difference value, the cumulative error caused by the conventional method repeatedly moving and clamping the workpiece between machine tools and professional measurement equipment is avoided, the precision of products is improved, the mold assembly debugging time is saved.

Keywords : on machine measurement ; trigger type ; compensation processing ; injection curved surface mould

精密注塑模具型腔和型芯曲面的加工精度决定着模具的质量,由于受数控机床的精度和刀具磨损的影响,通常精加工后的曲面并没有达到设计模型尺寸,常规测量工具由于缺少基准无法测量曲面的加工剩余量,忽略加工剩余量则会降低模具的精度。为避免这种情况,传统工艺是将加工完成的工件放在三坐标设备上进行检测,通过人工将每个检测点的测量数据记录下来,同工件数字模型相对应点的数据进行比较,计算出工件的加工剩余量,再把工件放到数控机床上进行补加工,这样操作效率低,加工精度提高有限。

在机测量系统的引入可以很好地解决这一问题,避免了在数控加工机床和三坐标设备之间反复装夹工件,减少了检测的时间,提高了检测效率,同时也减少了一台昂贵设备的投入,降低了检测成本,由于是一次装夹完成加工,有效地保证了精密注塑模具型腔型芯的加工精度。

1 在机测量系统

在机测量系统以数控机床为平台,加装机床测头、自动对刀仪、专业 3D 测量软件,在工件加工过

程中实时测量几何特征,依据测量结果指导后续工艺的改进。

机床测头的形式有多种,适合专用机床的有机触式测头、激光扫描式测头和显微式测头。激光扫描式测头可对工件表面连续采样,尤其适用于表面复杂的工件、齿形工件的测量。显微式测头利用光学仪器测量各种复杂零件。但是,这两种测头的价格昂贵,对被测工件的材料和表面质量要求较高,不适合测量一致性差、变形量大的异形工件及表面粗糙度差的零件。机械触式测头结构简单,价格相对较低,测头是在接触工件表面的运动过程中,瞬间进行测量采样,基本不受喷洒在工件上的切削油、液的干扰,可以测量工件上被机床刀具切削加工的任何部位,具有较高的可靠性。目前机械触式测头的相关技术已日趋成熟,安装操作方便、灵活,只需几个关键点即可得到规则形状甚至复杂形状的尺寸。因此,机械触式测头在数控机床在机测量技术中得到普遍采用。

联系人: 范伟,讲师,硕士,研究方向为模具设计与制造

收稿日期: 2015-01-22

机械触发式测头的内部结构如图1所示。机械触发式测头的内部结构简洁、反应灵敏,主要由测球、测杆、支承球、定位柱和复位弹簧等组成。3个定位柱分布在同一平面内互成 120° 夹角,每个定位柱的两边各有一个支承球,它们构成了一对触电副(两个触点)。测杆上的测球在不接触被测工件时不受外力作用,此时在复位弹簧的作用下,6个支承球与3个定位柱碰触在一起构成闭合回路,如图2所示。

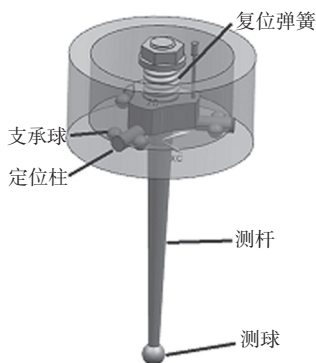


图1 机械式测头内部结构简图

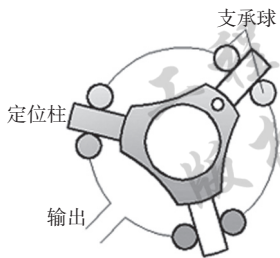


图2 支承球串联原理图

测量时测球沿运动方向碰触到被测工件,在接触力作用下测杆沿运动相反方向摆动,推动定位柱发生位移,至少会有一个触点脱开,使原来闭合的串联回路发生断路。断路发生时,测头会发出一个触发信号,经信号传输器传输至控制器接口,转换成数控系统可识别的开关量电平信号,并随之传送给数控系统。数控系统接收信号后停止机床主轴运动,并把当前接触位置的坐标值以宏变量的形式存储下来,这一坐标值反映的是接触式测球球心的坐标值。一个数据测量结束,数控系统控制机床主轴沿原运动方向返回,当测头上的测球与被测物脱离时,接触力消失,测杆在复位弹簧的作用下回到原始位置,准备执行下一段测量程序。

接触式测量数据也存在一定的误差。引起误差的因素有测球、测力、测量速度、测杆长度和测量

方向。测球的加工精度要求非常高,误差应小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。测量前应对测球进行标定,测球碰触被测工件表面后,数控设备到达的并不是工件表面的坐标值,实际上是测球球心的坐标值,测量值和实际值的差为测球的半径值,系统要对接触式测球的半径进行补偿。测力是指复位弹簧的预紧力,测力越大精度越高。在测力作用下,测球恢复到原始位置的精度可以达到 $1\text{ }\mu\text{m}$ 。测量速度与机床主轴运动有关,测量速度应保持匀速,速度范围控制在 $5\sim 30\text{ mm/s}$ 。测杆长度增加相当于重力增大,高精度微米级的测量选用短测杆,在 0.01 mm 测量精度内可以选用长测杆。测量方向是测头测量时的运动方向,一般应接近被测表面的法线方向。

笔者采用英国雷尼绍公司生产的OMP40-2型测头,在其上加装了SO20-ER20-35MS高速刀柄,选用北京精雕公司的JDVT600型数控机床,测头放置在机床刀具库中,测量时依靠机床自动换刀装置从刀具库中取出并安装在机床主轴上,加装刀柄的测头如图3所示。



图3 雷尼绍 OMP40-2 型机床测头

完善的在机测量软件帮助用户直接在加工机床上方便、快速地测量、记录和统计分析工件上各类几何特征的形位信息,借以有效地控制加工质量。目前在机测量技术实现模块化,添加相应的软件模块就具有了相应的功能。笔者使用北京精雕公司的Eng Maker软件负责探测路径的生成,En3d软件负责补偿算法的实现。

2 曲面补偿加工的原理

2.1 曲面补偿方式

在机测量系统测量出注塑模具已加工曲面和曲面数字模型的差值,然后依据差值进行补偿加工。测量已加工曲面时需要划分测量区域,测量区域按照横向和纵向均匀设置探测点,测量后获得的探测点位置信息反映了已加工曲面的加工余量信息。在线测量系统软件通过处理探测点位置信息来规划曲面补偿加工的路径,En3d软件的曲面补偿加工功能

主要有3种补偿方式:误差面、理论面与实际面及投影面。

(1) 误差面:测头沿探测路径向探测点靠近,碰上探测面(已加工曲面)时记录此点的位置数据 A_1 ,探测点本身有位置数据 a_1 ,将探测点位置数据 A_1 的 Z 向高度值和位置数据 a_1 的高度基准值作比较,获得高度误差值 ΔZ ,探测点位置数据 A_1 减去高度误差值 ΔZ 得到一个新的点位置数据,称之为误差点。测头逐一按探测路径探测所有测量点,获得所有探测点的误差点数据,将所有误差点拟合成为一个曲面,称之为误差面。将已有数控加工路径竖直投影至误差曲面上,进行曲面补偿加工,由于探测面是曲面,探测路径沿曲面法向,探测点位置数据 A_1 , a_1 的 X , Y 向的位置坐标不一定一致,所以误差面接近曲面数字模型,补偿加工后还需要再次测量。

(2) 理论面与实际面:在曲面数字模型上选择探测区域,将区域中设置的所有探测点拟合构建出一个曲面,称之为理论面。测头沿探测路径向探测点靠近,碰上探测面时记录的所有位置数据拟合构建出一个曲面,称之为实际面。将已有加工路径按 Z 向投影方向投影至对应的理论面、实际面,再把投影后的两条路径进行对比,相同 X , Y 向坐标点在两条路径上的 Z 向差值即是高度误差值 ΔZ ,将其补偿至已有加工路径。

(3) 投影面:将已有加工路径按 Z 向投影方向投影至理论面,直接进行加工,不考虑高度误差值 ΔZ 。

在使用不同曲面补偿方式时,需要进行补偿的刀具路径不能超出探测点分布的范围,否则将会投影失败。对于没有分层加工的工件可以使用投影面补偿方式进行加工。如果有分层加工则必须使用理论面和实际面或误差面方式进行补偿。

2.2 在软件系统中实现补偿的方法

下面以投影面补偿方式为例,介绍曲面变形补偿的实现方法:

(1) 通过 EngMaker 软件生成测量点。

打开 EngMaker 软件,读取工件的曲面数字模型文件,在软件中设置探测点的参数,探测点有4种生成方式,分别是位置点、线面上点、等分点和自适应布点,此处选择等分点。选择探测区域,在探测区域内均布探测点,设置探测点探测轨迹方向沿面的法向。生成的探测点分布如图4所示。

(2) 输出探测点 CSV 文件。

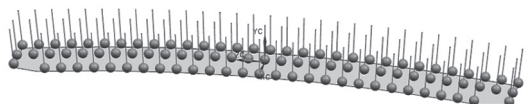


图4 测量点分布图

根据实际情况设置好机床类型、测球半径、探测速度、探测距离等参数,输出测量点,将生成的测量点保存为后缀为“CSV”的文件。输出的CSV文件总共有2个,分别为探测点文件、实际面文件。探测点文件包含了点的位置信息和探测参数信息,实际面文件只包含一些点的数量信息,包含位置等的信息在探测后生成。探测点文件如图5所示,实际面文件如图6所示。

P26	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1											
2	0	-14.5987	13.2377	34.9916	0	96.9847	15	0.3	0.2	0.02	1	1
3	0	-16.4151	16.0094	46.2044	0	96.9847	15	0.3	0.2	0.02	2	1
4	0	-17.6925	19.0711	55.463	0	96.9847	15	0.3	0.2	0.02	3	1

图5 探测点文件

020	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	0											
2	1	1	1									
3	2	1										
4	3	1										

图6 实际面文件

(3) 创建探测路径。

打开 En3d 软件,首先选择探测点 CSV 文件,导入完成后再选择导入实际面 CSV 文件,生成投影面补偿探测路径。在机床上安装好要探测的工件,用测头校核工件的定位基准,按照系统生成的探测路径探测工件表面。探测后获得的数据保存在实际面文件中。

(4) 合并加工路径并添加特征。

将数控加工路径投影到理论面上,选中理论面加工路径,设置加工路径生成方式为曲面变形补偿方式,根据所需精度输入允许的最大变形量、测量曲面编号、最终加工深度,完成设置后进入加工界面,进行数控加工。

3 注塑眼镜架模具曲面补偿加工实例

塑料眼镜架的注塑质量要求非常高,分型面不能有任何飞边和明显的注塑痕迹,这要求模具分型面上下贴合度高,配合紧密。眼镜架模具的分型面是一个曲面,由于机床的精度和刀具的磨损导致曲面的加工余量不一致,常规采用两种方法去除加工余量,保证分型面上下贴合:(1) 装配钳工手工修配,将模具上模分型面涂上红丹粉,合模后再分开,勘验下模是否均匀沾染红丹粉,凭经验手工打磨消除余量,再合模,反复勘验打磨,耗费时间且精度难以保证;(2) 通过三坐标测量仪进行测量,人工进行计算

修正加工余量,然后在加工机床上进行再次加工,非常耗时。通过精雕机和在机测量曲面补偿加工功能的结合应用,可以高精度、高速度地实现曲面补偿加工。

虽然本模具的精加工已经完成,但是有配合要求的曲面不能确认已经加工到位。打开 EngMaker 软件,输入模具曲面模型,在其加工区域设置探测点并输出探测文件,文件中包括探测点坐标、进给参数、构面顺序等信息。打开 EN3d 软件导入上一步保存的探测文件生成探测路径,调出机床测头按探测路径自动测量模具曲面,如图 7 所示,将测量数据获得的位置点拟合成实际面,与理论面数据进行对比,若两面的重合度高,则只需补偿加工局部的小区域;若两面的重合度低,则需要对大部分曲面进行补偿加工。通过测量验证发现,模具斜面圆角有较多余量,配合斜面误差在 0.05 mm 以内,选择曲面数字模型区域,用投影面补偿方式,依据编好的曲面补偿加工路径完成模具曲面加工余量的补偿加工。对于补偿加工的效果还可以再次进行测量验证,直至达到要求。



图 7 自动测量

4 结论

在机测量在曲面补偿加工的应用,可实时检测

工件关键曲面部位的情况,及时发现机床加工过程中的问题,在提高加工过程控制能力的同时,避免了使用其它专业测量设备带来的工件重复装夹累积误差和工件反复搬运测量耗时费力等问题,提高了产品精度和加工效率。

参考文献

- [1] 黄军军,庞明仁,孙克安,等. 五轴加工中心精度在机检测与校验[J]. 机械设计与制造,2013(7):161-163.
Huang Junjun, Pang Mingren, Sun Kean, et al. Five-axis machining center accuracy in detection and verification[J]. Machinery Design & Manufacture, 2013(7):161-163.
- [2] 刘振忠,王太勇,任成祖,等. 开放式数控系统在机检测模块实现方法[J]. 机械设计,2013(11):61-64.
Liu Zhenzhong, Wang Taiyong, Ren Chengzu, et al. On machine verification module implementation method of open NC system[J]. Journal of Machine Design, 2013(11):61-64.
- [3] 丁汉,朱利民,熊振华. 复杂曲面快速测量、建模及基于测量点云的 RP 和 NC 加工[J]. 机械工程学报,2012(11):28-37.
Ding Han, Zhu Limin, Xiong Zhenhua. Survey on coordinate measurement, geometric modeling and RP or NC code generation from measured data points[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2012(11):28-37.
- [4] 罗琦. 基于复合式测头的在机检测数据融合技术研究[D]. 大连:大连海事大学,2012.
Luo Qi. The study on 3D data registration for surface inspection based on compound probe[D]. Dalian:Dalian Maritime University, 2012.
- [5] 郑惠江. 在机检测中曲面拓扑特征重建和检测点分布关键技术研究[D]. 天津:天津大学,2011.
Zheng Huijiang. Research on the key technology of the topological feature reconstruction and sampling point distribution in OMV[D]. Tianjin:Tianjin University, 2011.

舒尔曼 8 亿美元收购特种塑料公司 Citadel

美国塑料和树脂供应商舒尔曼公司(A. Schulman)3月16日宣布,已同意以8亿美元收购美国特种塑料生产商 Citadel Plastics。交易预计在2015年第3季度完成。

Citadel 的年营业收入为 5.25 亿美元,拥有 21 座生产基地,1200 名员工,其中 17 座工厂在北美。该公司是由芝加哥私募股权投资公司 Wind Point Partners 在 2007 年创建,成立后进行了多次收购,后来在 2012 年被转手给加州私募公司 HGGC。

舒尔曼在 2014 财年里销售额增长近 15%,超过 24 亿美元。利润几乎翻番,接近 5700 万美元。预计此项交易完成后第一年内将帮助提高其盈利,并可能在 18 个月内为其贡献至多 2500 万美元的营收。

这是舒尔曼在不到 6 年里完成的第 11 桩收购,也是资金规模最大的一次。前 10 个收购加起来才不到 6 亿美元。

(工程塑料网)

亨斯迈推出 TICO 帝珂聚氨酯节能系统门窗

针对全世界门窗的高能耗问题,全球领先的亨斯迈集团聚氨酯事业部(Huntsman PU)、美国欧文斯科宁(Owens Corning)和克络蒂企业,联合推出了代表门窗材料最新科技的产品—TICO 帝珂聚氨酯玻璃纤维复合材料节能系统门窗。

亨斯迈拉挤聚氨酯树脂系统是一种基于 RIMLINE 多元醇和 SUPRASECMDI 的二元体系,能够提供卓越的润湿性、更快的线速、低牵引力以及最低的挥发性有机物释放量。

(慧聪网)